Versuche über die heliotropische Empfindlichkeit der Pflanzen

von

Dr. Wilhelm Figdor.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

Die ersten zahlenmässigen Angaben betreffs der Abhängigkeit der heliotropischen Empfindlichkeit von der Stärke des Lichtes verdanken wir Wiesner.[1]

Wiesner war es vor allem Anderen darum zu thun, die Beziehungen zwischen der Intensität des Lichtes und der heliotropischen Empfindlichkeit zahlenmässig festzustellen. Der genannte Forscher gelangte zu dem Resultate, »dass die heliotropischen Effecte unter den Bedingungen des Wachsthumes bei einer gewissen Intensität des Lichtes ihr Maximum erreichen; von hier an werden die heliotropischen Wirkungen sowohl bei Abnahme als Zunahme der Lichtstärke kleiner und erreichen endlich den Werth Null.«

In einigen Fällen, die weiters noch erwähnt werden, wurde in Wiesner's Versuchen die untere Grenze der Lichtempfindlichkeit, das ist derjenige Punkt, an welchem eben noch Heliotropismus eintritt, erreicht, in anderen nicht. Dass der letztere Fall öfters eintrat, war in äusseren Umständen gelegen; zu der damaligen Zeit befand sich nämlich das pflanzenphysiologische

[1] J. Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. Eine physiologische Monographie. Bd. I., Denkschriften der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften. Bd. 39, Bd. II, ebendaselbst. Bd. 43.

Institut in seinen alten Räumen in der Türkenstrasse und waren die Einrichtungen daselbst zur Durchführung von Versuchen über die heliotropische Empfindlichkeit noch nicht so vollkommen, wie in den Räumen des gegenwärtigen pflanzenphysiologischen Institutes (im neuen Universitätsgebäude).

Erst in Folge dieser geänderten Verhältnisse konnte an eine Lösung bezüglich der Frage der heliotropischen Empfindlichkeit mit der Aussicht auf grösseren Erfolg, als es bisher möglich war, geschritten werden.

Als Versuchsobjecte dienten Keimlinge, die, wie wir später sehen werden, von einem gewissen Gesichtspunkte betrachtet, ausgewählt worden waren. Dieselben gehörten den verschiedensten Familien des Pflanzenreiches an.

Die Keimlinge wurden in gewöhnlichen Gartentöpfen im Dunklen cultivirt, da es bekannt ist, dass etiolirte Pflanzen lichtempfindlicher sind als im Lichte gezogene. Natürlicherweise wurde die Aussaat der Samen so bewerkstelligt, dass sich die Keimlinge beim Hervorbrechen aus dem Erdboden nicht gegenseitig hinderten; zugleich wurde auch dadurch das Beschatten des einen Keimlings durch den anderen vermieden.

Insbesonders wurde bei der Wahl des Untersuchungsmaterials darauf Rücksicht genommen, dass sich die Keimlinge aufrecht entwickelten, so dass nicht leicht die Möglichkeit gegeben war, irgendwelche Nutationen mit dem heliotropischen Effecte zu verwechseln.

In den so zahlreichen Fällen, bei denen die Keimlinge beim Hervorbrechen aus der Samenschale die undulirende Nutation zeigen, war es in Folge der Untersuchungen von Wiesner klar, dass nur dann ein ganz einwandfreies Resultat erzielt werden konnte, wenn eine der Flanken des Keimlings dem Lichte exponirt wurde.[1]

Bei den einzelnen Species der untersuchten Pflanzen war die Dauer der Einwirkung des Lichtes zur Erzielung desselben Effectes in Folge der Verschiedenartigkeit der Wachsthumverhältnisse nothwendigerweise verschieden. Dies sei besonders

---

[1] J. Wiesner, Die undulirende Nutation, Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. Bd. 77, I. Abth. Jänner 1878.

hervorgehoben. Immer hatte ich die Keimlinge so lange vor der Flamme stehen gelassen, dass ein deutlicher Zuwachs wahrnehmbar war; wenn trotzdem bei einigen Species heliotropische Krümmungen sich nicht einstellten, so dürfte man dies daher nicht einem mangelhaften Versuche, sondern dem Umstande zuschreiben, dass die betreffenden Pflanzen eben nicht die Fähigkeit gehabt haben, auf den durch die Flamme ausgeübten Reiz zu reagiren. Zeitraubend waren insbesonders immer die ersten Versuche, da ich ja gezwungen war, dieselben auf gut Glück zu unterbrechen, um nicht auch nur durch ein ganz momentanes, zur Constatirung des bis dahin erzielten heliotropischen Effectes erforderliches Erhellen der Dunkelkammer Inductionserscheinungen hervorzurufen. Meine Versuche schliessen auch in Bezug auf die Untersuchungsmethode an diejenigen Wiesner's an.

Während aber Wiesner, seinen Zwecken entsprechend, mit einer Flamme operirte, deren Leuchtkraft 6·5 Walrathkerzen entsprechend war, erforderten meine Versuche eine viel schwächere Flamme.

Nach mehrfachen Versuchen mit dem verschiedensten Beleuchtungsmaterial[1] entschloss ich mich, einen mit Leuchtgas gespeisten Mikrobrenner zu benützen. Derselbe stand mit einem Gasregulator in Verbindung, so dass das Gas, welches dem Brenner zufloss, unter constantem Drucke brannte, die Flamme mithin eine constante Leuchtkraft besass. Die Lichtintensität bestimmte ich mit Hilfe einer Normalkerze und des Bunsen'schen Photometers und legte den Berechnungen den Satz zu Grunde, dass sich die Lichtintensitäten umgekehrt verhalten wie die Quadrate der Entfernungen von der Lichtquelle. Ich hatte, da ich in der Dunkelkammer einen Raum von 7 *m* Länge zum Aufstellen der Blumentöpfe verwenden konnte, demnach folgende Intensitäten, von je 50 zu 50 *cm* berechnet, zur Verfügung:

---

[1] Unter Anderem wurde auch eine Amylacetat-Lampe (nach Siemens) ausprobirt, wei sie jetzt zu Bestimmungen der Lichtintensitäten an Stelle der Normalkerzen verwendet wird; dieselbe hat sich aber nicht als zweckmässig bewährt, schon wegen der schädlich wirkenden Dämpfe.

Bei einer Entfernung von der Flamme von	betrug die Intensität des Lichtes	
50 *cm*	0·0639364	Normalkerzen.
55	0·05284	
100	0·0159841	
150	0·0071041	
200	0·0039960	
250	0·0025574	
300	0·0017760	
350	0·0013048	
400	0·0009990	
450	0·0007893	
500	0·0006393	
550	0·0005284	
600	0·0004440	
650	0·0003783	
700	0·0003262	

Dass bei diesen heliotropischen Versuchen, bei denen, wie wir soeben gesehen haben, Lichtintensitäten von uns kaum vorstellbarer Grösse wirksam waren, sich mannigfache Differenzen der einzelnen Versuchsreihen ergaben, war von vorneherein zu erwarten und lässt sich diese Erscheinung, wie ich glaube, leicht durch die Individualität der verwendeten Versuchspflanzen erklären. Es musste daher bei der Angabe der unteren Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit immer der aus den zahlreichen Versuchsreihen sich ergebende Durchschnittswerth genommen werden.

Bei der Anführung der einzelnen Versuche war es in Folge der schon erwähnten Gründe nöthig, die Dauer der Einwirkung des Lichtes, ferner die äussersten Schwankungen der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit in der Dunkelkammer während der verschiedenen Versuchsreihen zu beachten und werden im Nachfolgenden die entsprechenden Daten erwähnt werden.

Bevor ich zur Besprechung der eigenen Versuchsreihen übergehe, will ich der Vollständigkeit halber das bisher über die heliotropische Empfindlichkeit Bekannte in Kürze anführen.

Wie schon erwähnt, war Wiesner der Erste, welcher die heliotropische Empfindlichkeit im Vergleiche zur Intensität des Lichtes zahlenmässig bestimmte. Meines Wissens sind auch später solche zahlenmässige Bestimmungen nicht ausgeführt worden, sondern man begnügte sich mit einer beiläufigen Angabe der Lichtstärke. So hat beispielsweise Darwin[1] die Lichtintensität bei seinen heliotropischen Versuchen nur nach der Sichtbarkeit eines schwarzen kreisrunden Punktes von einer bestimmten Grösse auf weissem Papiere gemessen. Ähnliche Angaben findet man übrigens des öfteren in der Literatur.

In einigen Fällen, so bei *Vicia sativa*, *Lepidium sativum* und *Pisum sativum* gelang es Wiesner aus dem früher angeführten Grunde nicht, die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit ausfindig zu machen, in anderen ergaben seine Bemühungen ein positives Resultat. So bestimmte Wiesner den Grenzwerth der heliotropischen Empfindlichkeit

	Normalkerzen
von *Vicia Faba* bei einer Intensität von	0·0802
von *Phaseolus multiflorus* bei einer Intensität von	0·0537
von *Helianthus annuus* bei einer Intensität von	0·180—0·0802
für die etiolirten Triebe von *Salix alba* bei einer Intensität von	10·15625

Mit Ausnahme der zuletzt erwähnten Pflanze beziehen sich Wiesner's Beobachtungen immer nur auf epi- oder hypocotyle Stengelglieder. Im Nachstehenden folgt nunmehr die Angabe der einzelnen Versuche. Der Einfachheit und Übersichtlichkeit halber habe ich alle Werthe für die Lichtintensitäten in Normalkerzen ausgedrückt.

Vicia sativa.[2]

Versuchsanstellung: Möglichst gerade gezogene Keimlinge von einer durchschnittlichen Höhe von 2·4 *cm* zeigten

---

[1] Charles Darwin, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Aus dem Englischen übersetzt von J. V. Carus. Stuttgart, 1881. S. 383 ff.

[2] Ebenso wie *Vicia sativa* verhalten sich die beiden nahe verwandten, früher als Varietäten von *Vicia sativa* angesehenen Species *Vicia segetalis* und *Vicia angustifolia*.

nach 48 Stunden, manchmal sogar schon nach 24 Stunden, bei einer Entfernung von 2·5—3·5 *m* von der Lichtquelle leicht erkennbaren Heliotropismus. Bei einer Versuchsreihe war selbst noch bei einer Entfernung von 4 *m* von der Lichtquelle eine deutliche heliotropische Krümmung zu beobachten. Temperatur in der Dunkelkammer 17·4—18·2° C. Relative Feuchtigkeit ebendaselbst 62—73.

Resultat: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit liegt zwischen den Lichtintensitäten 0·0025574 und 0·0013048 Normalkerzen.

Amarantus melancholicus ruber (Hortorum).

Versuchsanstellung: Höhe der Keimlinge bis zu 2·5 *cm*. Dauer der Versuche 48 Stunden. Temperatur 15·3—17° C. Relative Feuchtigkeit 58—62. Bei einer Entfernung von 7 *m* von der Lichtquelle war Heliotropismus unzweifelhaft zu constatiren.

Resultat: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit konnte nicht erreicht werden, liegt also jedenfalls bei einer Intensität, die kleiner als 0·0003262 Normalkerzen ist.

Impatiens Balsamina.

Bei einer Entfernung von 3—4 *m* zeigten durchschnittlich 3—4 *cm* hohe Keimlinge nach 24 Stunden wahrscheinlich noch Heliotropismus. In Folge der mannigfachen Nutationen, die sich schon bei dem Hervorbrechen der Keimlinge aus dem Erdboden einstellen, war es nicht möglich, genauere heliotropische Versuche auszuführen.

Mirabilis Jalappa.

Versuchsanstellung: Unter drei Keimlingen, die 3·5—5·5 *cm* hoch waren, zeigte sich nach dreitägiger Versuchsdauer bei einem einzigen Exemplare, welches 1 *m* von der Lichtquelle entfernt war, schwacher Heliotropismus. Temperatur 15·3—17° C. Relative Feuchtigkeit 58—62.

Resultat: Der untere Grenzwerth der heliotropischen Empfindlichkeit ist demnach kleiner als die Intensität 0·0159841 Normalkerzen.

Centaurea Cyanus.

Versuchsanstellung: Höhe der Keimlinge 2—3 *cm*. Dauer der Versuche 2—3 Tage. Äusserste Temperaturschwankungen der verschiedenen Versuche 15·3—22·2. Relative Feuchtigkeit 58—80. Untere Grenze der heliotropischen Lichtempfindlichkeit in der Nähe von 2 *m*. Bei einer Versuchsreihe, deren Keimlinge schwach ergrünt waren, war bei einer Entfernung von 1 *m* von der Lichtquelle Heliotropismus nicht mehr zu bemerken.

Resultat: Die untere Grenze für die heliotropische Empfindlichkeit liegt sonach in der Nähe einer Lichtintensität von 0·0039960 Normalkerzen.

Helianthus annuus.

Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit dieser Pflanze hat bereits Wiesner bestimmt. Die von mir angestellten Versuche lieferten im Allgemeinen eine Bestätigung seiner Resultate. Ich sage, im Allgemeinen, denn in einigen Fällen beobachtete ich noch bei einer Intensität = 0·0159841 Normalkerzen Heliotropismus, welche Erscheinung sich wohl ebenso wie bei den zuletzt erwähnten Versuchen dadurch erklärt, dass sich »die Keimlinge, wie auch schon Wiesner angibt, bei diesem Versuche sehr ungleich verhalten.« Zudem war bei der jetzigen Versuchsanstellung seitlich einfallendes Licht vollständig ausgeschlossen, so dass es auch nicht unmöglich wäre, hierin den Grund der gesteigerten heliotropischen Empfindlichkeit zu finden.

Bei diesen Keimlingen, die ausgesprochen stark negativ geotropisch sind, untersuchte ferner Wiesner,[1] inwieweit die heliotropische Empfindlichkeit durch Aufhebung des Geotropismus gesteigert werden könne. Dieselbe Idee hat schon Herm. Müller[2] (Thurgau) ausgesprochen, jedoch ist es das Verdienst Wiesner's diesen Satz durch Versuche zahlenmässig begründet zu haben.

---

[1] cf. Wiesner, l. c. S. 54 ff.

[2] Herm. Müller (Thurgau), Flora 1876, S. 64 ff.

Während der zuletzt genannte Forscher an um eine horizontale Axe rotirenden und einseitig beleuchteten Keimlingen die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit bei einer Intensität = 0·058955 Normalkerzen fand, rief nach einer von mir gemachten Beobachtung eine Intensität = 0·0039960 Normalkerzen einen zwar schwachen, aber doch deutlichen heliotropischen Effect hervor. Höhe der Keimlinge 1—1·7 *cm*. Dauer der Versuche 48 Stunden. Temperatur 16·4—17·4° C. Relative Feuchtigkeit 68—69.

Xeranthemum annuum.

Versuchsanstellung: Höhe der Keimlinge 1—3 *cm*. Dauer der Versuche 2—3 Tage. Bei einer Entfernung von 0·5 *m* von der Lichtquelle war die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit erreicht. Temperatur 20·2—24·1° C. Relative Feuchtigkeit 58—73.

Resultat: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit liegt demnach bei einer Intensität = 0·0639364 Normalkerzen.

Papaver paeoniflorum.[1]

Versuchsanstellung: Bis gegen 2 *cm* hohe Keimlinge zeigten nach Verlauf von drei Tagen bei 7 *m* Entfernung von der Lichtquelle noch deutlichen Heliotropismus. Temperatur 15·3—17° C. Relative Feuchtigkeit 58—62.

Resultat: In diesem Falle wurde die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit nicht erreicht; hieraus ergibt sich, dass die heliotropische Empfindlichkeit kleiner als 0·0003262 Normalkerzen ist.

Reseda odorata.[2]

Versuchsanstellung: Höhe der Keimlinge ungefähr 1·5 *cm*. Dauer der Versuche 2—3 Tage. Temp. 18·2—19·1° C. Relative Feuchtigkeit 65—70. Bei einer Entfernung von 0·5 *m*

---

[1] Gefüllter Gartenmohn, von *Papaver somniferum* abstammend.

[2] cf. Darwin, l. c. S. 388, wo auch die geringe heliotropische Empfindlichkeit der Keimlinge angegeben wird.

von der Lichtquelle stellte sich gerade noch eine heliotropische Krümmung ein.

Resultat: Desshalb ist die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit bei einer Intensität = 0·0639364 Normalkerzen gelegen.

Helichrysum monstrosum.

Versuchsanstellung: Gegen 1·5 *cm* hohe Keimlinge zeigen nach Verlauf von 48 Stunden bei einer Entfernung von 0·5 *m* von der Lichtquelle deutlichen Heliotropismus. Temperatur 17—19·1° C. Relative Feuchtigkeit 62—70.

Resultat: Bei einer Intensität = 0·0639364 Normalkerzen liegt daher die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit.

Raphanus sativus.

Versuchsanstellung: Höhe der Keimlinge 3·5—4 *cm*. Dauer der Versuche 48 Stunden. Temperatur 17—18·2° C. Relative Feuchtigkeit 62. Bei einer Entfernung von 0·5—1 *m* von der Lichtquelle ist eben noch Heliotropismus bemerkbar.

Resultat: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit liegt daher zwischen den Intensitäten 0·0639364 und 0·0159841 Normalkerzen.

Salpiglossis sinuata (variabilis).

Versuchsanstellung: 1—1·5 *cm* hohe Keimlinge liessen nach Verlauf von 48 Stunden bei einer Entfernung von 1—2 *m* von dem Mikrobrenner gerade noch einen heliotropischen Effect erkennen. Temperatur 17—17·4° C. Relative Feuchtigkeit 60—80. Bei einer Versuchsreihe beobachtete ich die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit erst bei einer Entfernung von 4·5 *m* von der Flamme; wie man sieht, spielt die Individualität der Keimlinge bei dieser Species eine sehr grosse Rolle.

Resultat: Die Intensitäten 0·0159841—0·0039960 Normalkerzen bilden daher die unteren Grenzen der heliotropischen Empfindlichkeit.

Lepidium sativum.

Versuchsanstellung: Keimlinge, die während dreier Tage dem Einflusse des Lichtes ausgesetzt waren und nach Verlauf derselben eine durchschnittliche Höhe von 2·5—4 *cm* hatten, zeigten bei einer Entfernung von 7 *m* von der Lichtquelle ausgesprochenen Heliotropismus. Temp. 15·3—17° C. Relative Feuchtigkeit 58—62.

Resultat: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit wurde in diesem Falle nicht erreicht. Sie liegt daher bei einer Intensität, die kleiner ist als 0·0003262 Normalkerzen.

Capsicum annuum.

Versuchsanstellung: Höhe der Keimlinge 2·5—3 *cm*. Die Versuche dauerten 3—4 Tage. Temperatur 15·3—19·1° C. Relative Feuchtigkeit 58—70. Bei einer Entfernung von 0·5—1 *m* von der Lichtquelle war noch Heliotropismus zu beobachten.

Resultat: Desshalb ist die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit zwischen den Intensitäten 0·0639364 und 0·0159841 Normalkerzen gelegen. Die Cotyledonen der Keimlinge waren selbst noch bei diesen kleinen Intensitäten deutlich gegen die Lichtquelle gewendet.

Iberis Forestieri.

Versuchsanstellung: Höhe der Keimlinge 1—3 *cm*. Dauer der Versuche 48 Stunden. Temperatur 17—17·3° C. Relative Feuchtigkeit 60—73. Bei einer Entfernung von 1—1·5 *m* von der Lichtquelle war die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit erreicht.

Resultat: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit liegt demnach zwischen den Intensitäten 0·0159841 und 0·0071041 Normalkerzen.

Bidens tripartita.

Obwohl die Keimlinge dieser Pflanze ein solches Bestreben zu nutiren zeigen, dass eine genaue Bestimmung der unteren Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit nicht möglich war,

führe ich der Vollständigkeit halber auch diese Pflanze an, bei welcher die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit ungefähr bei einer Intensität = 0·0159841 Normalkerzen gefunden wurde.

Cynoglossum officinale.

Versuchsanstellung: Höhe der Keimlinge 1—1·7 *cm*. Dauer der Versuche 48 Stunden. Temperatur 16·4—17·2° C. Relative Feuchtigkeit 68—69. Untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit bei einer Entfernung von 0·5—1 *m* von der Lichtquelle.

Resultat: Desshalb befindet sich die Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit zwischen den Intensitäten 0·0639364 und 0·0159841 Normalkerzen.

Da die Keimlinge dieser Pflanze sich im Verlaufe der zahlreichen Versuche als stark negativ geotropisch erwiesen, so wurden mit denselben ebendieselben Versuche veranstaltet, wie mit den Keimlingen von *Helianthus annuus*. Hiebei war in einer Distanz von 2 *m* von der Lichtquelle Heliotropismus noch leicht erkennbar, so dass die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit für rotirende Keimlinge, deren Längsaxen senkrecht zu den einfallenden Lichtstrahlen stehen, bei einer Intensität = 0·0039960 Normalkerzen angenommen werden muss.

Lunaria biennis.

Versuchsanstellung: 2—3 *cm* hohe Keimlinge zeigten nach drei Tagen bei einer Entfernung von 7 *m* von der Flamme überall noch deutlichen Heliotropismus. Temp. 15—17·2° C. Relative Feuchtigkeit 69—70.

Resultat: Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit wurde daher nicht ausfindig gemacht; es kann nur gesagt werden, dass sie bei einer Intensität, die kleiner als 0·0003262 Normalkerzen ist, liegt.

Picea excelsa.

Fichtensamen wurde in einem feucht gehaltenen Raume auf Fliesspapier angekeimt und verpflanzte ich sodann vier der

stärksten nahezu ganz geraden Exemplare in Gartentöpfe. Der besseren Entwicklung halber waren die Keimlinge an einen Ort gestellt worden, der von allen Seiten gleichmässig beleuchtet war. Acht Tage nach dem Versetzen wurden je zwei Keimlinge in einer Entfernung von 6 und 7 *m* von dem Mikrobrenner aufgestellt. Nach den nächsten fünf Tagen waren nur die jungen Blättchen, an deren Spitzen noch die Samenschale hing, schwach gegen das Licht gewendet. An dem Hypocotyle war keine heliotropische Krümmung zu beobachten, obwohl die Keimlinge im Wachsthume begriffen waren. Freilich wäre es möglich, dass der nicht allzu bedeutende Zuwachs im Verhältnisse zur Dicke der Keimlinge zu gering war, um sich durch eine deutlich wahrnehmbare Krümmung zu offenbaren. Temperatur und relative Feuchtigkeit waren während der Versuchsdauer annähernd constant. Weitere Versuche scheiterten leider an der Unzulänglichkeit des Versuchsmaterials.

Dianthus chinensis.

Versuchsanstellung: Höhe der Keimlinge 2—3 *cm*. Versuchsdauer 48 Stunden. Temperatur 20·2—24·1° C. Relative Feuchtigkeit 58—73. In einer Entfernung von 1 *m* von dem Mikrobrenner war noch eine heliotropische Wirkung zu beobachten.

Resultat: Daher ist die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit bei einer Lichtstärke = 0·0159841 Normalkerzen.[1]

Indem ich die Resultate der eben angeführten Versuche zusammenfasse, ergibt sich, dass bei *Lepidium sativum*, *Amarantus melancholicus ruber (Hortorum)*, *Papaver paeoniflorum* und *Lunaria biennis* die untere Grenze der heliotropischen

[1] Mit Keimlingen von *Solanum lycopersicum* und *Oxalis tropaeoloides* wurde je eine Versuchsreihe veranstaltet. Bei ersterer Pflanze, die in Folge mannigfacher Nutationen kein genaueres Beobachten zuliess, lag die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit beiläufig bei einer Intensität von 0·0039960 Normalkerzen; bei letzterer wurde bei einer Lichtstärke = 0·0159841 Normalkerzen noch Heliotropismus beobachtet. Da diese Versuchsreihe, wie auch so viele andere, in Folge eines zu geringen Keimpercentes nicht vollständig war, kann ich kein genaueres Endresultat angeben.

Empfindlichkeit bei einer Entfernung von 7 *m* von der Lichtquelle noch nicht erreicht wurde, mithin die heliotropische Empfindlichkeit kleiner als die Intensität = 0·0003262 Normalkerzen ist.

Die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit wurde erreicht:

Bei *Vicia sativa* in einer Entfernung von 2·5—3·5 *m* von der Lichtquelle;

bei *Salpiglossis sinuata*, *Reseda odorata*, *Iberis Forestieri* bei einer Entfernung von 1—2 *m* von der Lichtquelle;

bei *Mirabilis Jalappa*, *Helianthus annuus*,[1] *Dianthus chinensis* bei einer Entfernung von 1 *m* von der Lichtquelle;

bei *Xeranthemum annuum*, *Raphanus sativus*, *Helichrysum monstrosum*, *Capsicum annuum*, *Cynoglossum officinale* bei einer Entfernung von 0·5—1 *m* von der Lichtquelle.

Wie wir sehen, ist das Vermögen der Pflanzen auf den Einfluss des Lichtes zu reagiren, ganz verschieden.

Von vorneherein war zu erwarten, dass Pflanzen, die im directen Sonnenlichte am besten gedeihen, gegen das Licht weniger empfindlicher sein werden, als typische Schattenpflanzen.

Oltmanns[2] hat sich in seiner Arbeit »Über die photometrischen Bewegungen der Pflanzen« in demselben Sinne geäussert. Er sagt: »Schattenpflanzen wurden (bezüglich der Lichtempfindlichkeit) niedriger gestimmt gefunden als Sonnenpflanzen« wobei »diejenige Beschaffenheit, respective derjenige Zustand der Zelle, welcher sie zwingt, in einem gegebenen Momente ein bestimmtes Optimum zu erstreben, als Lichtstimmung bezeichnet werden mag.« Oltmanns ist zur Aufstellung dieses Satzes, der sicherlich berechtigt ist, durch viele Versuche bewogen worden, die im Allgemeinen den Zweck hatten, weiteren Aufschluss über das Wesen des Heliotropismus zu geben.

---

[1] Bei um eine horizontale Axe rotirenden Keimlingen von *Helianthus annuus* und *Cynoglossum officinale*, bei welchen sonach die Wirkung des negativen Geotropismus ausgeschlossen war, lag die untere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit in einer Entfernung von 2 *m* von der Lichtquelle.

[2] Friedrich Oltmanns, Über die photometrischen Bewegungen der Pflanzen. Flora oder Allgem. Bot. Ztg. Jahrgang 1892, Heft 2.

Von diesem Gesichtspunkte aus wurden von mir als Beispiele typischer Sonnenpflanzen zur Untersuchung verwendet: *Helianthus annuus*, *Xeranthemum annuum*, *Papaver paeoniflorum*, *Dianthus chinensis*, *Helichrysum monstrosum*, *Raphanus sativus*, *Capsicum annuum*, *Vicia sativa* [1] und *Vicia angustifolia*.

Pflanzen, die sich annähernd intermediär zwischen typischen Sonnen- und Schattenpflanzen verhalten, sind: *Amarantus melancholicus ruber (Hortorum)*, *Mirabilis Jalapa*, *Centaurea Cyanus*, *Reseda odorata*, *Salpiglossis sinuata*, *Cynoglossum officinale*, *Lepidium sativum*. Als typische Schattenpflanze sei zum Schlusse *Lunaria biennis* [2] angeführt.[3]

Zieht man nun zwischen den durch die angeführten Experimente gewonnenen Resultaten, die untere Grenze der Lichtempfindlichkeit der Pflanzen betreffend, einen Vergleich, wobei die Bedingungen, denen dieselben auf ihrem jeweiligen Standorte ausgesetzt sind, nicht unberücksichtigt gelassen werden dürfen, so gelangt man im Grossen und Ganzen zu dem Schlusse, dass Sonnenpflanzen schon als Keimlinge auf das einwirkende Licht schwächer reagiren als Keimlinge typischer Schattenpflanzen. Ausnahmen sind indess auch hier gefunden worden, z. B. *Papaver Paeoniflorum*, eine Pflanze, die doch sicherlich von Alters her an starkes Sonnenlicht gewöhnt ist, welche, wie wir gesehen haben, als Keimpflanze sich als sehr lichtempfindlich erwiesen hat.

---

[1] *Vicia sativa* und *Vicia angustifolia* führe ich desshalb unter den Sonnenpflanzen an, weil die Keimlinge ausschliesslich aus auf Culturflächen abgenommenem Saatgute gezogen wurden. Der Abstammung nach ist *Vicia sativa L. var. angustifolia* (All.) unter die Charakterpflanzen des Waldes zu stellen. (S. Ascherson l. c.)

[2] *Lunaria biennis* verhält sich bezüglich des Standortes ebenso wie *Lunaria rediviva*.

[3] Diese Eintheilung der Pflanzen wurde theils der Synopsis von Leunis (Botanik), 3. Auflage, umgearbeitet von Dr. A. B. Frank, Bd. I., und zwar dem Capitel »Von der Verbreitung der Pflanzen, Pflanzengeographie« von Prof. Dr. Ascherson, und Neilreich's »Flora von Niederösterreich« entnommen, theils dem Handbuche der Blumengärtnerei von J. F. W. Bosse (Hannover 1859) und Vilmorin's Illustrirter Blumengärtnerei. (Herausgegeben von Dr. J. Grönland und Th. Rümpler, Berlin, 1873.)

Dass die typischen Schattenpflanzen, die ich auch in den Kreis meiner Untersuchung gezogen hatte, in verhältnissmässig geringer Zahl untersucht wurden, hat seinen Grund in dem zu geringen Keimpercente der Samen.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. J. Wiesner, der mich mit der Ausführung dieser Untersuchung betraute, hiefür meinen aufrichtigsten Dank zu sagen, zugleich auch für die mannigfache Anregung, die mir während des Verlaufes der zahlreichen Versuche zu Theil wurde.
